DIATOMEAS (BACILLARIOPHYTA) PERIFÍTICAS DEL COMPLEJO CENAGOSO DE AYAPEL, COLOMBIA. I.

Periphytic diatoms (Bacillariophyta) of Ayapel flood plain, Colombia. I.

Yimmy Montoya-Moreno

Grupo Geolimna, Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. AA 1226, Medellín, Colombia. yimmymontoya3@gmail.com.

Silvia E. Sala

Amelia A. Vouilloud

Departamento Científico Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque s/n.1900. La Plata. Argentina. sesala@museo.fcnym.unlp.edu.ar, avouilloud@fcnym.unlp.edu.ar

Néstor Aguirre

Grupo Geolimna, Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. AA 1226, Medellín, Colombia. naguirre@udea.edu.com

RESUMEN

En este trabajo se estudian las diatomeas halladas en cuerpos de agua lénticos localizados en el departamento de Córdoba, noroeste de Colombia. Las muestras se analizaron con microscopios óptico y electrónico de barrido. Los taxones tratados pertenecen a los órdenes Thalassiosirales (1), Cymbellales (4), Achnanthales (2) y Naviculales (7). Cuatro de ellos se registran por primera vez para el país. Todos los registros están acompañados por información sobre las características ambientales de los sitios en que los taxones analizados fueron recolectados y sólo son descritos aquellos que representan nuevas citas para Colombia o que fueron registrados previamente en listas florísticas. La comparación con la flora diatomológica de la Amazonia colombiana muestra varios taxones comunes a ambas áreas ecuatoriales. Esta similitud probablemente se deba a que ambas regiones se encuentran a baja altitud y que los cuerpos de agua estudiados son poco profundos, presentan pH ligeramente ácido y nivel trófico bajo a medio.

Palabras clave. Diatomeas, Colombia, trópicos, sistemas leníticos

ABSTRACT

In this paper we studied the diatom taxa from lentic waterbodies located in the Department of Córdoba, northwestern Colombia. Samples were examined with light and scanning electron microscopy. The studied taxa belong to the Orders Thalassiosirales (1 species), Cymbellales (4), Achnanthales (3) y Naviculales (7). Four of them are recorded for the first time in the country; these taxa and those that were only mentioned in checklists for the country are described. All studied taxa are accompanied with information about the environmental characteristics of the sites where they were collected. A comparison with the diatom flora of the Colombian

Amazonia showed that there are several taxa in common, probably due to the low altitude of the study sites, shallow waters, pH slightly acidic and low to medium trophic level.

Key words. Diatoms, Colombia, tropics, lentic systems.

INTRODUCCIÓN

En la última década se han publicado varios trabajos sobre diatomeas de América tropical; sin embargo, el conocimiento sobre este grupo de organismos es aún insuficiente a pesar del interés que tienen estas regiones por la gran diversidad biológica que albergan (Sala *et al.* 1999). Colombia es considerada como el segundo país con mayor biodiversidad del planeta (Anónimo 2010) y esto posiblemente se deba a su ubicación geográfica y su topografía. Los estudios diatomológicos llevados a cabo hasta el presente (Montoya-Moreno *et al*. en prensa) evidencian asimismo una diversidad alta del grupo similar a la de otros grupos de organismos. A pesar de ello, la mayor parte de los registros de diatomeas han sido publicados en listas de trabajos ecológicos. Si bien estas listas son muy importantes para esbozar un panorama general de la diversidad del grupo, resultan incontrastables y por lo tanto, la información que brindan no permite establecer la distribución geográfica fehaciente de los taxones.

Los únicos antecedentes de estudios taxonómicos sobre diatomeas en las ciénagas colombianas son los trabajos de Sala *et al.* (2008a), quienes realizaron una descripción de los taxones presentes en algunos ecosistemas lénticos, incluida la ciénaga de Tumaradó, Chocó, y de Montoya-Moreno *et al.* (2011), quienes registraron la presencia de la especie *Capartogramma crucicula* en el complejo cenagoso de Ayapel.

En la región de la depresión Momposina se encuentra una gran cantidad de ciénagas, sobre las cuales se han realizado investigaciones en el fitoplancton (Ramírez & Viña 1998, Hernández-Atilano 2006, Hernández-Atilano *et al.* 2008), el perifiton (Montoya-Moreno 2011, Montoya-Moreno & Aguirre 2009a, 2009b) y aspectos asociados a la limnología (Montoya-Moreno & Aguirre 2009c). Ramírez & Viña (1998) publicaron el libro “Limnología Colombiana” en el cual se presentan gran cantidad de información fisicoquímica y biológica del plancton de algunas ciénagas de la región Momposina y en especial de la ciénaga de Ayapel. Sin embargo, con respecto a la taxonomía de diatomeas esta no se tuvo en cuenta.

En un relevamiento de las diatomeas perifíticas de la región se identificaron hasta el presente 250 taxones (Montoya-Moreno 2011). Un alto porcentaje de los mismos no pudieron ser asignados a entidades conocidas, lo que indica que en la región se encuentra un gran número de nuevas especies para la ciencia. En esta publicación se dan a conocer algunas especies abundantes o de amplia distribución en el área de estudio, las que fueron analizadas empleando microscopía óptica y electrónica de barrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El sistema cenagoso de Ayapel se ubica en la jurisdicción del municipio de Ayapel, en el departamento de Córdoba, en la Planicie Caribe del norte de Colombia (Fig.1). Este sistema forma parte del macrosistema de humedales y zonas anegables de la depresión Momposina. La cuenca de la ciénaga tiene un área de 1.504 km^2, situada entre 20 y 150 m snm. El territorio se ubica en la zona de bosque húmedo tropical, con un régimen de precipitaciones que fluctúa entre un periodo de lluvias (abril a

noviembre) y de sequía (diciembre a marzo). Información detallada sobre el cuerpo de agua fue recopilada por Aguirre *et al.* (2005).

Este sistema es un conjunto de planos inundables que presentan baja profundidad, gran área, aguas oxigenadas subsaturadas, pH neutro, conductividades bajas, aguas polimícticas cálidas continuas con condiciones oligomesotróficas (Montoya-Moreno 2011).

Metodología. Los muestreos se realizaron durante los años 2006 a 2009 teniendo en cuenta el ciclo hidrológico de la ciénaga. El muestreo de marzo correspondió a la época de aguas bajas o estiaje, mayo y julio aguas bajas en ascenso, septiembre aguas altas y diciembre aguas altas en descenso. Se realizaron nueve muestreos en diferentes épocas del ciclo hidrológico. *In situ* se midieron la transparencia del agua (disco de Secchi), la conductividad eléctrica, la temperatura del agua, el oxígeno disuelto (OD) y el pH con sondas potenciométricas WTW 320.

En los parches de macrófitas se determinó cuáles eran las especies más abundantes por inspección visual y se tomó una muestra

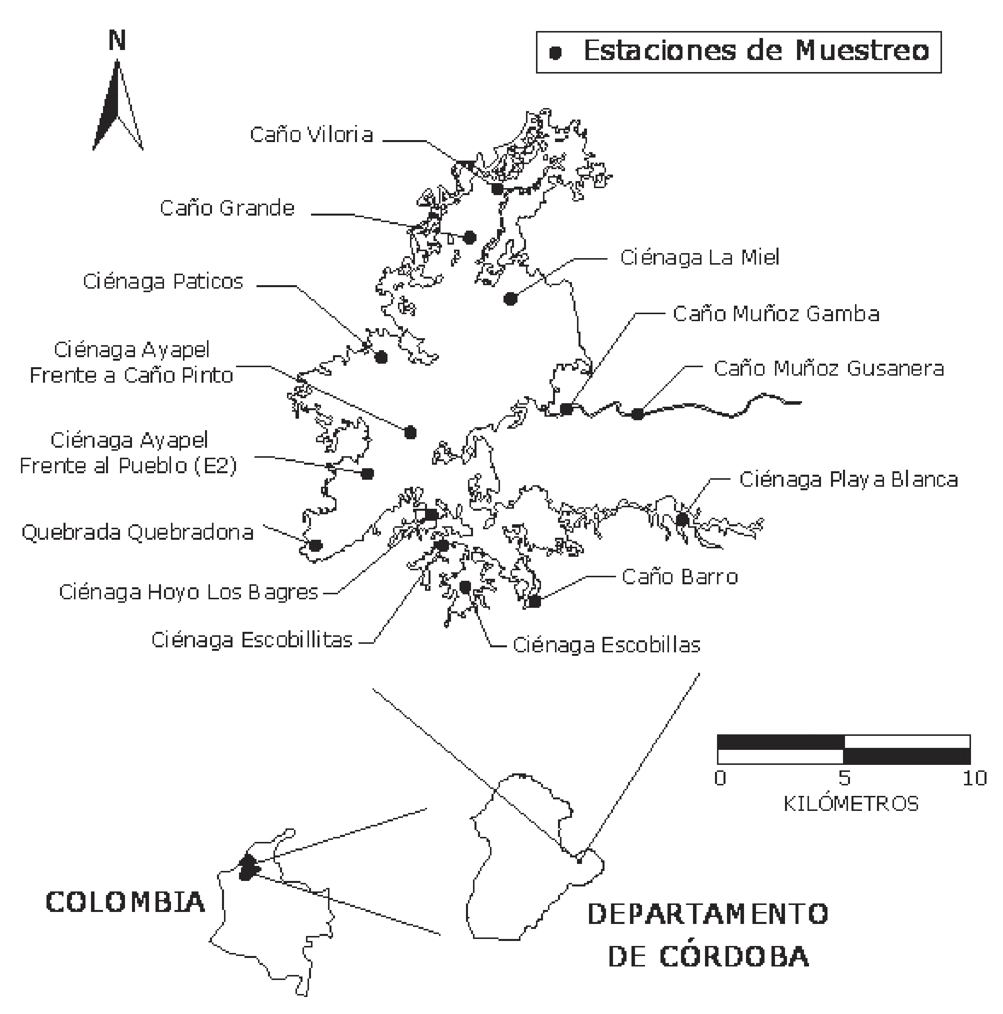


Figura 1. Mapa del área de estudio.

de raíces de las tres macrófitas dominantes, las cuales se colectaron en la zona de borde del parche y luego se fijaron con solución de lugol ($KI-I_2$) al 10%. Se empleó una modificación de la técnica de "stomaching" (Bowker *et al.* 1986, Bicudo 1990), en la que el material colectado no se dispuso en bolsas plásticas, sino ubicado directamente en frascos de plástico. Este material se agitó vigorosamente y se observó al microscopio óptico tanto el material sedimentado como las raíces, estas últimas, para comprobar la separación del material epifítico. En el caso en que se presentó bajo desprendimiento del material, se repitió este procedimiento, hasta alcanzar una separación superior al 95% del material epifítico con ayuda de un pincel suave (Bowker & Denny 1980). 330 muestras se trataron para eliminar la materia orgánica siguiendo el método del peróxido de hidrógeno en caliente (CEN/TC 230, 2002). Los materiales tratados se montaron en preparados permanentes con Naphrax® para su estudio con microcopia óptica (MO) y para su estudio con microscopia electrónica de barrido (MEB) se montaron en tacos de vidrio, los que posteriormente fueron metalizados con oro-paladio en un metalizador Jeol FINE COAT ION SPUTTER JFC-1100. Las observaciones se realizaron con un microscopio óptico (MO) de contraste de fases Leica DM 2500 y un microscopio electrónico de barrido (MEB) Jeol JSM-T100 en el servicio de microscopía electrónica del Museo de La Plata.

Los materiales estudiados se depositaron en la colección del Departamento Científico Ficología del Museo de La Plata (LPC). La tabla 1 presenta los números correspondientes a la colección, sitio y fecha de colecta y tipo de muestra.

En el ordenamiento sistemático se siguió a Round *et al.* (1990). La terminología empleada en las descripciones es la propuesta en Ross *et al.* (1979) y Barber & Haworth (1981). Para la distribución de los taxones en Colombia se consultó a Anónimo (2003) y las publicaciones de Vouilloud *et al.* (2010), Sala *et al*. (1999, 2002a, 2002b, 2008a, 2008b, 2008c), Lozano *et al.* (1999) y Montoya-Moreno (sometido a publicación).

Sólo se describen aquellos taxones que representan nuevas citas o que no han sido descritos hasta el presente para el país. En el caso de aquellos documentados en trabajos previos solamente se incluyen las dimensiones. En todos los casos se brinda información sobre algunas variables físicas y químicas de los ambientes en los cuales se hallaron los taxones.

RESULTADOS

En los cuerpos de agua lénticos y lóticos que conforman el sistema cenagoso de Ayapel, se encontraron 250 morfoespecies, 14 de las cuales son descritas en este trabajo. Los taxones tratados pertenecen a los órdenes Thalassiosirales (1), Cymbellales (4), Achnanthales (2) y Naviculales (7).

Achnanthidium exiguum (Grunow) Czarnecki.
Czarnecki, 1994, Proc. Int. Diat. Symp. 11: 157.
Basiónimo: *Achnanthes exigua* Grunow
Figs. 2 a-c

Valvas lineares con ápices rostrados a subcapitados. Estrías ligeramente radiales en casi toda la extensión de la valva, paralelas hacia los extremos. Valva con rafe: rafe filiforme, recto, suavemente curvado hacia los ápices, extremos externos proximales expandidos y fisuras terminales curvadas en sentido opuesto. Estrías uniseriadas con areolas pequeñas. Sternum lineal estrecho ensanchándose hacia el área central asimétrica y expandida alcanzando ambos márgenes. Valva sin rafe: área central reducida. Sternum estrecho y recto.

Tabla 1. Muestras de perifiton con sus respectivos códigos, sitios, tipo de sustrato y datos del muestreo.

LPC	Sitio	Sustrato	Fecha	LPC	Sitio	Sustrato	Fecha
9938	Ciénaga de Paticos	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/03/2007	**9967**	Ciénaga de Hoyo Los bagres	*Utricularia* sp	01/05/2007
9939	Ciénaga de Escobillitas	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/01/2009	**9969**	Ciénaga de Ayapel	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/01/2008
9940	Caño Muñoz	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	12/07/2006	**9971**	Ciénaga de Ayapel	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/03/2008
9941	Ciénaga de Paticos	*Lemna* sp	01/12/2006	**9972**	Quebrada Quebradona	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/09/2006
9943	Ciénaga de Ayapel	*Gramineae*	01/09/2006	**9973**	Caño Barro	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/04/2008
9944	Ciénaga de Paticos	*Utricularia* sp	01/08/2006	**9975**	Caño Barro	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/09/2006
9945	Caño Grande	*Paspalum* sp	01/01/2008	**9976**	Ciénaga de La Miel	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/08/2006
9946	Ciénaga de Playa Blanca	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/05/2007	**9978**	Ciénaga de Playa Blanca	*Pistia stratiotes* Linneo	01/08/2006
9949	Ciénaga de La Miel	*Paspalum* sp	01/01/2009	**9979**	Caño Muñoz	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/05/2007
9951	Quebrada Quebradona	*Aeschynomene americana* Linneo	01/05/2007	**9980**	Quebrada Quebradona	*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth	01/01/2009
9952	Caño Grande	*Pistia stratiotes* Linneo	01/08/2006	**9981**	Caño Barro	*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth	01/01/2009
9953	Ciénaga de Playa Blanca	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/12/2006	**9982**	Ciénaga de Escobillas	*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth	01/01/2009
9954	Ciénaga de Paticos	*Nymphaceae*	01/09/2006	**9983**	Ciénaga de Escobillitas	*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth	01/01/2009
9956	Caño Muñoz	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/01/2008	**9984**	Ciénaga de Ayapel	*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth	01/01/2009
9957	Caño Pinto	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/01/2008	**9985**	Caño Viloria	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/01/2009
9958	Caño Muñoz Gusanera	*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach	01/04/2008	**9987**	Caño Muñoz Gusanera	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/01/2009
9963	Ciénaga de Ayapel	Tracto digestivo *Cyphocharax magdalenae* Steindachner	01/01/2009	**9989**	Caño Pinto	*Symmeria paniculata* Benth	01/01/2009
9964	Ciénaga de Paticos	*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth	01/01/2009	**9995**	Caño Viloria	*Aeschynomene americana* Linneo	01/01/2009
9966	Ciénaga de Escobillitas	*Gramineae*	01/05/2006	**9997**	Caño Muñoz Gamba	*Eichhornia heterosperma* Alexander	01/01/2009

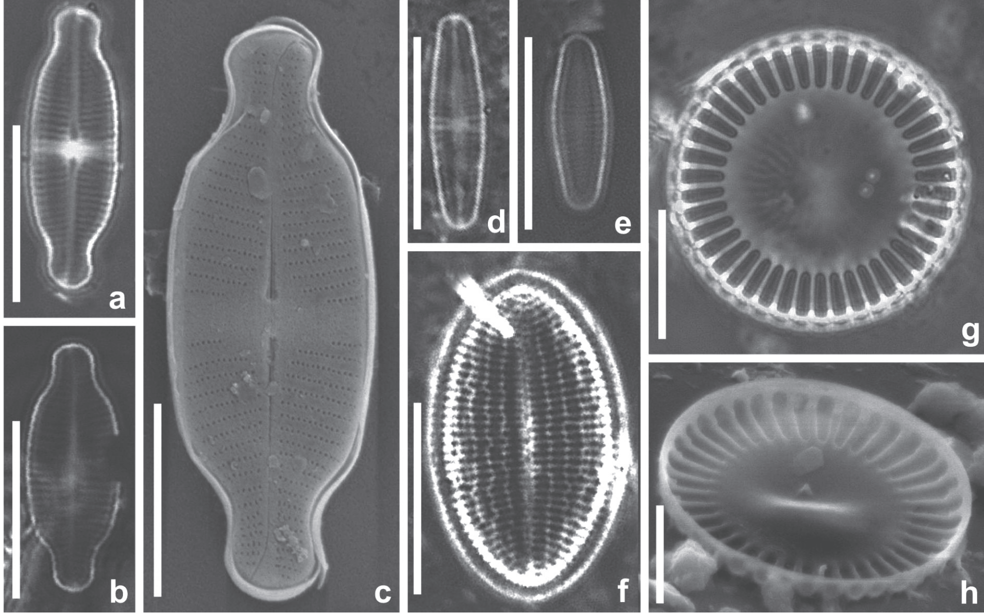


Figura 2. a-c. *Achnanthidium exiguum*. a-b. MO. a. Vista de la valva con rafe. b. Vista de la valva sin rafe. c. MEB. Vista valvar externa de la valva con rafe. d-e. *Achnanthidium minutissimum*. MO. d. Vista de la valva con rafe. b. Vista de la valva sin rafe. f. *Cocconeis placentula*. MO. Vista de la valva sin rafe. g-h. *Cyclotella meneghiniana*. g. MO. Vista valvar. h. MEB. Vista interna oblicua.
Escalas: a-h:10 µm.

Datos morfométricos: largo: 13,6-16 µm; ancho: 5,0-5,5 µm; 22-26 estrías en 10 µm; areolas: 50 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9940, LPC 9941, LPC 9943.
Datos ecológicos: conductividad: 21-130 μScm^{-1}; temperatura del agua: 31,7-32,1ºC; pH: 6,65-7,98; OD: 5,0-6.1 $mg.l^{-1}$.
Distribución: En Colombia, Losada (1992) en Anónimo (2003) registró a *Achnanthes* cf. *exigua* en la zona de tierras bajas; Montoya-Moreno *et al.* (en prensa) amplían su distribución al Río Frío, Río de Oro, Río Lebrija (Santander), Lago Las Margaritas, Lago Carimagua (Meta), Planos inundables del Río Patía (Nariño) y al Humedal Jaboque (Cundinamarca). Esta especie se registró en listas de investigaciones ecológicas, por lo que aquí se describe e ilustra por primera vez para Colombia. Rumrich *et al.* (2000) señalan que esta especie, ampliamente distribuida a nivel mundial, se presenta en ambientes eutróficos; sin embargo, Alvial *et al.* (2008) la reportan como abundante en lagos de Chile con condiciones oligotróficas y ácidas. En este estudio se encontró bajo condiciones de pH amplias, las cuales oscilaron entre ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas.

Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki
Czarnecki 1994, Mem. Calif. Acad. Sci. 17: 157.
Basiónimo: *Achnanthes minutissima* Kützing.

Figs. 2 d-e

Datos morfométricos: largo: 7,2-14,1 µm; ancho: 3,2-4,3 µm; 24-30 estrías en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9975, LPC 9976, LPC 9978, LPC 9979, LPC 9980, LPC 9987, LPC 9995.

Datos ecológicos: conductividad: 30-182 μScm^{-1}; temperatura del agua: 30,3-32,2ºC; pH: 6,1-7,2; OD: 1,5-7,7 $mg.l^{-1}$.
Distribución: Este es el primer reporte de la especie en la ciénaga. En Colombia fue registrada por primera vez en la zona andina en un estudio de paleoecología (Lozano *et al.* 1999), Sala *et al.* (2008c) presentaron la descripción de esta especie a partir de material de Antioquia y Santander. La especie ha sido hallada entre los 20 y 3.100 m snm, con una distribución geográfica amplia en el país, ya que ha sido reportada en Antioquia (Lozano *et al.* 1999; Montoya-Moreno *et al.* 2008), norte de Santander (Ramírez & Plata-Díaz, 2008), Córdoba (Montoya-Moreno & Aguirre-Ramírez, 2009b), Nariño, Cauca, Cundinamarca, Boyacá y Risaralda (Donato-Rondón, 2001).

Cocconeis placentula Ehrenberg
Ehrenberg, C.G. 1838, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, p. 194

Fig. 2 f

Datos morfométricos: largo: 7,3-35,6 µm; ancho: 4,2-10,6 µm; 18 estrías en 10 µm en la valva con rafe y 20-22 estrías en 10 µm en la valva sin rafe.
Material estudiado: LPC 9956, LPC 9963, LPC 9967, LPC 9985.
Datos ecológicos: conductividad: 89,5-177,0 μScm^{-1}; temperatura del agua: 29,5-32,0 ºC; pH: 5,7-7,07; OD: 2,3-7,7 $mg.l^{-1}$.
Distribución: Donato -Rondón (1991) registró esta especie por primera vez para Colombia; Sala *et al.* (2008c) la describieron e ilustraron al MEB a partir de material perifítico de la Quebrada Vegas de La Clara en Antioquia. Esta especie es de amplia distribución en el país, ya que existen registros para la Laguna de Chingaza (Donato *et al.* 1996), Río Medellín (Montoya-Moreno *et al.* 2008); Río Bogotá (Díaz-Quirós & Rivera-Rondón, 2004) y Río Tota (Zapata & Donato, 2005).

Cyclotella meneghiniana Kützing
Kützing 1844, Die. Kiesel. Bacil. oder. Diat.: 50, Pl. 30, Fig. 68.

Figs. 2 g-h

Datos morfométricos: diámetro: 8,7-27,3 µm; 1-2 procesos reforzados excéntricos en la superficie valvar y 8 procesos reforzados en 10 µm, ubicados en todas las interestrías; sólo en algunos ejemplares se observaron interestrías sin proceso reforzado; 1 proceso labiado, ubicado a la misma altura que los reforzados.
Material estudiado: LPC 9939, LPC 9945, LPC 9949, LPC 9954, LPC 9958, LPC 9978, LPC 9979, LPC 9980, LPC 9981, LPC 9984, LPC 9985, LPC 9989.
Datos ecológicos: conductividad: 47,9-162,8 μScm^{-1}; temperatura del agua: 28,5-32,2ºC; pH: 6,1-7,4; OD: 2,8-10,6 $mg.l^{-1}$.
Distribución: Esta especie, considerada cosmopolita, ha sido reportada para Colombia en las provincias andina y costera (Sala *et al.* 2008 c, Montoya-Moreno *et al.* 2008) y en la Amazonia (Sala *et al.* 1999; Duque & Núñez-Avellaneda, 2000). La especie se encontró en todos los sitios de muestreo excepto en la Ciénaga de Escobillas.

Diadesmis confervacea Kützing
Kützing 1844, Bacill.: 109, pl. 30, Fig. 8.
Basiónimo: *Navicula confervacea* (Kützing) Grunow.

Figs. 3 a-d

Datos morfométricos: largo: 16,9-25,5 µm; ancho: 6,3-7,3 µm; 22-24 estrías en 10 µm; areolas: 25-30 en 10 µm; 34-36 poroides en 10 µm en la valvocópula.
Material estudiado: LPC 9938, LPC 9941, LPC 9944, LPC 9953, LPC 9954.
Datos ecológicos: conductividad: 23-189 μScm^{-1}; temperatura del agua: 21-26,3ºC; pH: 6,3-7,9; OD: 6,6-8,5 $mg.l^{-1}$.
Distribución: Esta especie se describió inicialmente para el país en la Amazonia

(Sala *et al.* 2002a) y el presente es el primer reporte para la ciénaga. Este es un taxón considerado de origen tropical que se adaptó fácilmente a las condiciones subtropicales de América del Sur y al clima templado de Norte América, Asia y Europa (Coste & Ector, 2000; Torgan & Dos Santos, 2008). Estas últimas investigadoras realizaron una comparación de la distribución de la especie en diferentes países, indicando que es más frecuente en ambientes lóticos. Vélez & Hooghiemstra (2005) registraron este taxón como un componente del epifiton actual del Lago Las Margaritas (Llanos orientales). Sala *et al.* (2002a) registraron su presencia en la Amazonia y Sala *et al*. (2008) la hallaron en sistemas lóticos en Antioquia y Santander, documentándola al MO y al MEB.

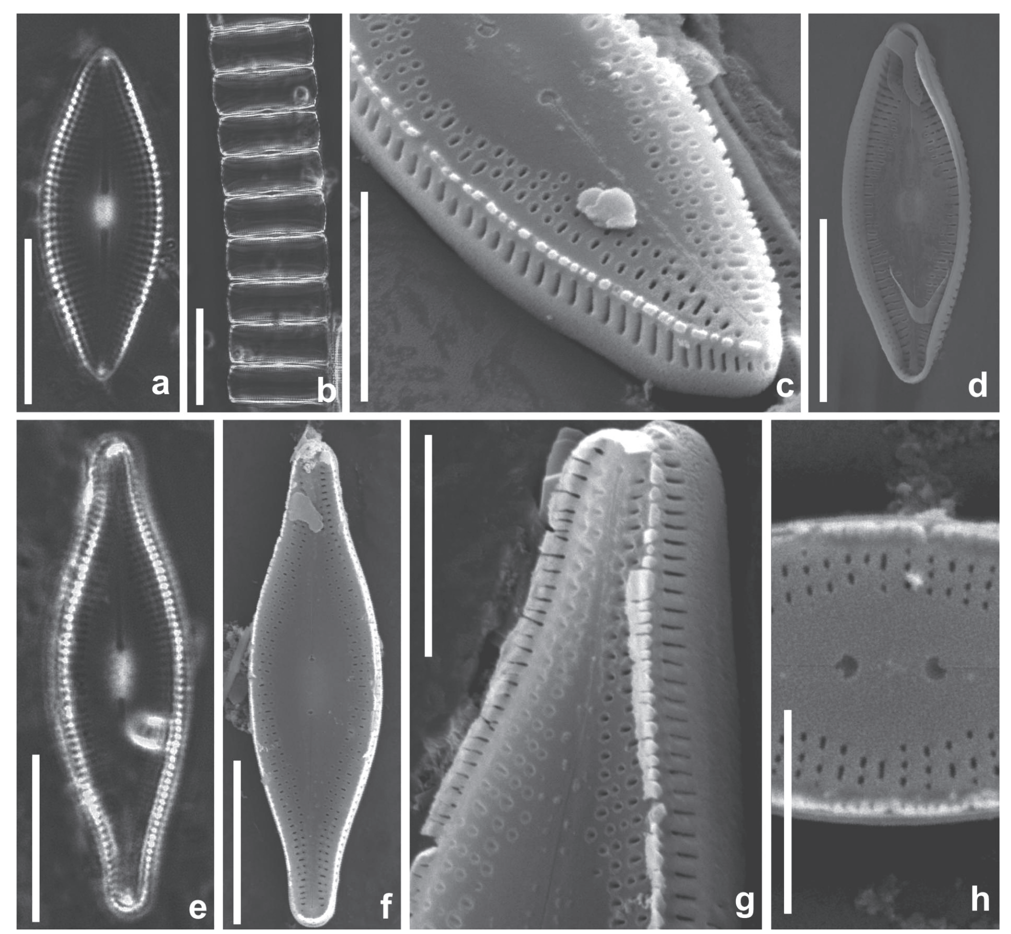


Figura 3. a-d. *Diadesmis confervacea*. a-b. MO. a. Frústulo en vista valvar. b. Colonia, los frústulos en vista conectival. c-d. MEB. c. Vista externa de la valva mostrando las “espinas” del borde valvar y los poroides alargados en el manto. d. Vista valvar interna; notar la banda singular con doble hilera de poroides. e-h. *Diadesmis confervacea* f. *rostrata*. e. MO. Vista valvar. f-h. MEB. f. Vista valvar externa. g. Detalle de la valva en vista externa mostrando las “espinas” del borde valvar y los poroides alargados en el manto. h. Detalle del centro de la valva en vista externa mostrando los extremos proximales del rafe dilatados.
Escalas: a-b, d-f: 10 µm; c, g-h: 5 µm.

Diadesmis confervacea f. *rostrata* (Krasske) Metzeltin & Lange-Bertalot
Metzeltin & Lange-Bertalot 2007, Iconogr. Diatomol. vol.18: 72, Pl. 147, Figs. 1-5
Basiónimo: *Navicula confervacea* f. *rostrata* Krasske

Figs. 3 e-h

Frústulos formando colonias filamentosas compuestas por 2-20 células, unidas entre sí por una hilera de pequeñas espinas marginales. Valvas elípticas a lanceoladas, extremos subrostrados. Áreas axial y central formando un área lisa ampliamente lanceolada. Estrías uniseriadas, radiales, con pocas areolas transapicalmente alargadas. Rafe filiforme, fisuras externas rectas, extremos proximales distantes entre sí y fuertemente expandidos; extremos distales puntiformes. Nódulo central conspicuo al MO. Manto con una hilera de areolas alargadas en sentido pervalvar.
Datos morfométricos: largo: 25,5-36,3 µm; ancho: 7,5-10,7 µm; 20-24 estrías en 10 µm; areolas: 20-30 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9938, LPC 9941, LPC 9944, LPC 9953, LPC 9954.
Datos ecológicos: conductividad: 23-189 μScm^{-1}; temperatura del agua: 21-26,3ºC; pH: 6,3-7,9; OD: 6,6-8,5 $mg.l^{-1}$.
Distribución: Esta forma se registra por primera vez para Colombia. En las muestras analizadas este taxón se encontró la mayoría de las veces junto a la forma tipo por lo que se asume que presentan preferencias ecológicas similares.

Encyonema jemtlandicum Krammer
Krammer 1997, Bibl. Diat. 36: 82, Fig. 35. 1-9.

Figs. 4 a-c

Datos morfométricos: largo: 30,1-54,4 µm; ancho: 7,5-8,8 µm; 9-11 estrías en 10 µm; areolas: 24-28 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9941, LPC 9943, LPC 9946 LPC 9951, LPC 9952, LPC 9971, LPC 9976, LPC 9979, LPC 9981, LPC 9983.
Datos ecológicos: conductividad: 63,5-164,0 μScm^{-1}; temperatura del agua: 30,0-32,1ºC; pH: 6,2-7,4; OD: 3,87-8,30 $mg.l^{-1}$.
Distribución: Esta especie fue descrita por Sala *et al.* (2008 c) en la Ciénaga de Tumaradó, Chocó. Este es el primer registro para los sistemas de planos inundables de la depresión Momposina, presentándose en casi todas las ciénagas muestreadas del complejo cenagoso de Ayapel.

Encyonema minutum (Hilse) D.G. Mann
Mann in Round, Crawford & Mann 1990. The Diatoms: 667
Basiónimo: *Cymbella minuta* Hilse in Rabenhorst

Figs: 4 d-f

Valvas semilanceoladas con margen dorsal convexo y margen ventral recto, extremos agudos, ligeramente curvados hacia la margen ventral. Área axial angosta. Estrías dorsales radiales y ventrales paralelas en el centro y convergentes en los polos. Rafe complejo y ligeramente sinuoso, extremos proximales dilatados y curvados hacia el lado dorsal y fisuras terminales ligeramente curvadas hacia el lado ventral. Internamente el rafe está interrumpido por un *intermissio*, extremos proximales del rafe fuertemente curvados hacia el lado dorsal, extremos distales terminados en *helictoglossae* pequeñas.
Datos morfométricos: largo: 11,0-26,3 µm; ancho: 4,1-8,3 µm; 10-12 estrías en 10 µm; 30-35 areolas en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9938, LPC 9944, LPC 9946, LPC 9949, LPC 9971, LPC 9973, LPC 9980, LPC 9982, LPC 9983, LPC 9995, LPC 9997.
Observaciones: El material analizado presenta una densidad de estrías menor a la referida en Krammer (1997). Observados con MO, estos ejemplares son muy similares a *E. venezolanum* Krammer y a *E. silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann, tanto en contorno valvar como en dimensiones, pero se diferencian claramente al MEB porque estas dos

últimas especies no presentan *intermissio*.
Datos ecológicos: conductividad: 23,9-181,8 µScm^{-1}; temperatura del agua: 28,6-32,0ºC; pH: 6,1-7,2; OD: 4,2-5,0 mg.l^{-1}.
Distribución: Donato *et al.* (1996) reportan por primera vez esta especie en el país en la Laguna de Chingaza (Cundinamarca); en el mismo departamento se encontró en el Río Tota (Zapata & Donato, 2005) y en el Río Bogotá (Díaz-Quirós & Rivera-Rondón, 2004), Lago Buitrago y Lago Largo (Donato-Rondón, 2001). Lozano *et al.* (1999) reportan esta especie para una laguna del Páramo de Frontino (Antioquia). Ramírez & Plata-Díaz (2008) registraron la presencia de esta especie en zonas de corriente en un río del Páramo de Santurbán. Montoya-Moreno *et al.* (2008) la encontraron en el Río Medellín (Antioquia). Este es el primer registro de esta especie en la zona de planos inundables de la depresión Momposina. Esta especie se registró en listas de investigaciones ecológicas, por lo que aquí se describe e ilustra por primera vez para Colombia.

Encyonema neogracile var. *tenuipunctata* Krammer
Krammer 1997, Bibl. Diat. 36, p 178, pl. 85, Figs. 1-6.

Figs. 4 g-i

Datos morfométricos: largo: 27,4-50,3 µm; ancho: 4,8-8 µm; (8)11-15(20) estrías en 10 µm; areolas: 30-36 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9944, LPC 9971, LPC 9978, LPC 9980, LPC 9983, LPC 9989. LPC 9939.
Datos ecológicos: conductividad: 47,9-103,0 µScm^{-1}, temperatura del agua: 28,5-32,2ºC; pH: 6,2-6,9; OD: 2,8-10,6 mg.l^{-1}.
Distribución: Vouilloud *et al.* (2010) presentan el primer registro y descripción de la especie en Colombia (Amazonia). Este reporte es el segundo para el país y es uno de los pocos registros suramericanos, ya que esta variedad sólo se ha encontrado previamente en Brasil en la localidad tipo (Laguna Santarem), en el período de sequía en la cuenca del Río Descoberto (da Silva & Machado de Souza, 2008) y en el Río Salto Amazonas y una laguna artificial (Santos *et al.* 2011).

Encyonema venezolanum Krammer
Krammer 1997, Bibl. Diat. 36, p162, pl. 19: Figs 1-8.

Figs. 4 j-k

Datos morfométricos: largo: 15,0-19,5 µm; ancho: 4,0-5,5 µm; 10-12 estrías en 10 µm; areolas: 30-35 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9953, LPC 9964, LPC 9980.
Observaciones: Según Krammer (1997) esta especie tiene un rango de longitud de 16-29 µm y posee como características un abombamiento central en el margen ventral y los extremos valvares curvados levemente en el mismo sentido. Esto es visible en los ejemplares de mayor tamaño (Krammer, 1997: Tf. 19: 1-3, 8), sin embargo en algunos ejemplares intermedios y en los más pequeños, estas características no se observan (Krammer, 1997: Tf. 19: 4-7). Los ejemplares observados en este estudio caen todos en la parte más baja del rango para la especie.
Datos ecológicos: conductividad: 86,3-113,0 µScm^{-1}, temperatura del agua: 30,1-32,0 ºC; pH: 6,2-6,8; OD: 2,5-8,3 mg.l^{-1}.
Distribución: Vouilloud *et al.* (2010) presentan el primer registro y descripción de la especie en Colombia (Amazonia).

Eolimna subminuscula (Manguin) G. Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin
Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998, Bibl. Diat. 38, p. 154.
Basiónimo: *Navicula subminuscula* Manguin

Figs. 4 l-m

Datos morfométricos: largo: 9,8-11 µm; ancho: 4,3 µm; 22-25 estrías en 10 µm; areolas: 40 en 10 µm.

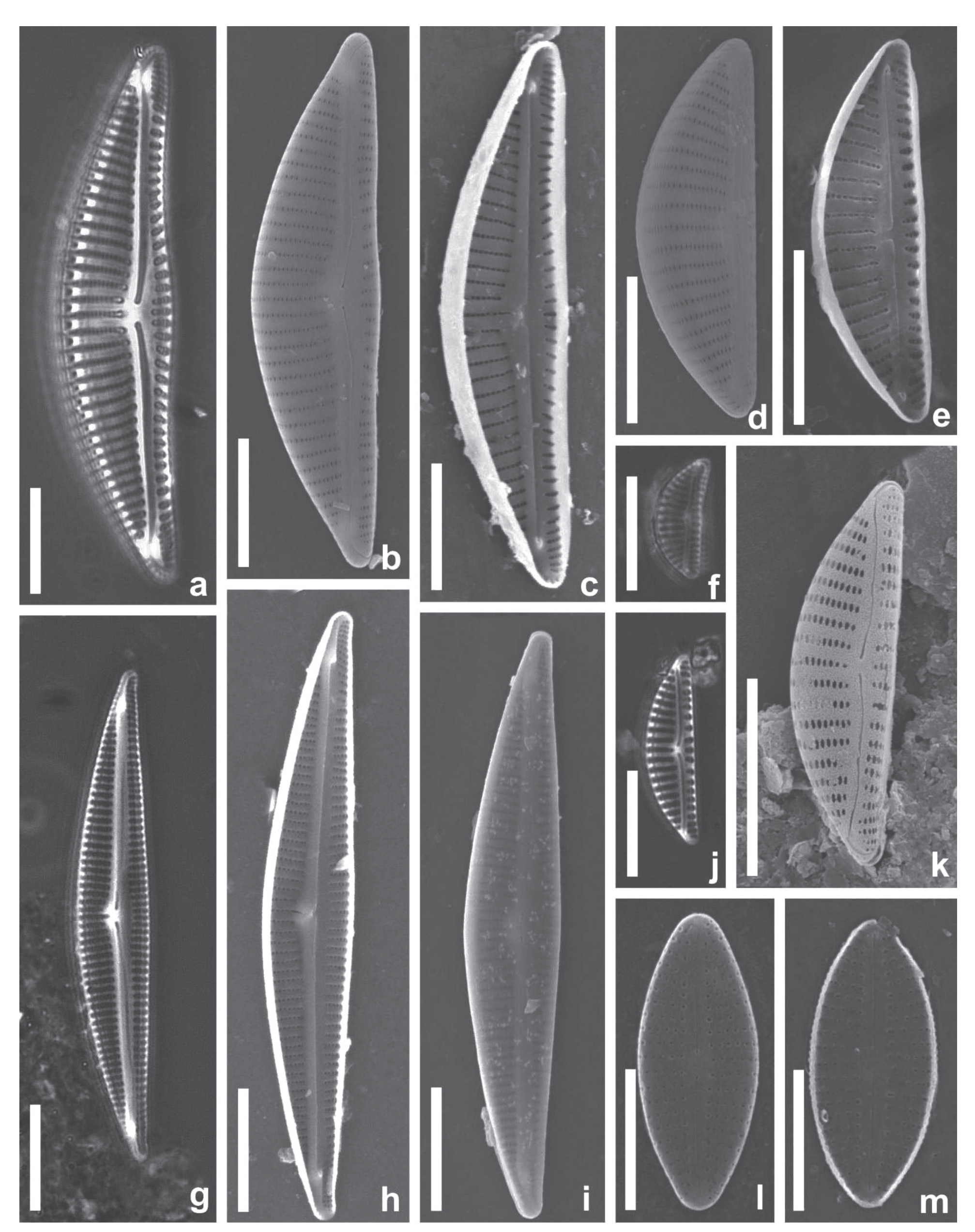


Figura 4. a-c. *Encyonema jemtlandicum*. a. MO. Frústulo en vista valvar. b-c. MEB. b. Vista valvar externa. c. Vista valvar interna. d-f. *Encyonema minutum*. f. MO. Frústulo en vista valvar. d-e. MEB. d. Vista valvar externa. e. Vista valvar interna. g-i. *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctatum*. g. MO. Frústulo en vista valvar. h-i. MEB. h. Vista valvar interna; i. vista valvar externa. j-k. *Encyonema venezolanum*. j. MO. Frústulo en vista valvar. k. MEB. Vista valvar externa. l-m. *Eolimna subminuscula*. MEB. l. Vista valvar externa. m. Vista valvar interna.
Escalas: a-m: 10 μm.

Material estudiado: LPC 9941, LPC 9943.
Datos ecológicos: conductividad: 52 µScm^{-1}; temperatura del agua: 31,0-32,1ºC; pH: 7,23; OD: 4,19-5,0 mg.l^{-1}.
Distribución: Esta especie fue descrita para Colombia por Sala *et al.* (2008c) en epiliton y tallos de vegetación riparia de ríos de Santander y Antioquia. Este es el primer registro para la zona de la costa y como componente del epifiton de sistemas cenagosos. En México fue registrada como una especie altamente influenciada por la tipología del sustrato y por la concentración elevada de nitratos (Israde-Alcantara *et al.* 2006).

Sellaphora americana (Ehrenberg) D.G. Mann
Mann 1989, Br. Phycol. J.: 24: 1-20.
Basiónimo: *Navicula americana* Ehrenberg
Fig 5 a

Valvas lineares con extremos redondeados. Área axial lineal amplia, área central bien definida, aproximadamente circular. Barras polares ausentes. Estrías uniseriadas paralelas, radiales y onduladas en la zona central. Rafe recto con extremos centrales expandidos tipo poro, nódulo central conspicuo. *Helictoglossae* ubicadas sobre los nódulos terminales, lateralmente expandidos.
Datos morfométricos: largo: 27,5-44,8 µm; ancho: 7,3-12,6 µm; 18-22 estrías en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9941, LPC 9945, LPC 9953, LPC 9967, LPC 9969, LPC 9972, LPC 9976, LPC 9981, LPC 9983, LPC 9989.
Datos ecológicos: conductividad: 48,0-162,8 µScm^{-1}, temperatura del agua: 28,5-32,1ºC; pH: 5,7-7,4; OD: 2,5-10,6 mg.l^{-1}.
Distribución: Esta especie se registra por primera vez para Colombia. Es una especie citada en Europa (Caraus, 2002), América del Norte (Patrick & Reimer, 1966) y Australia y Nueva Zelanda (Day *et al.* 1995).

Sellaphora laevissima (Kützing) D.G. Mann
Mann 1989, Br. Phycol. J.: 24: 1-20. Figs, 3,41,47,48
Basiónimo: *Navicula laevissima* Kützing
Fig 5b

Datos morfométricos: largo: 27,3-37,1 µm; ancho: 7,6-10,1 µm; 17-22 estrías en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9952, LPC 9953, LPC 9963, LPC 9985, LPC 9987, LPC 9997.
Datos ecológicos: conductividad: 89,5-261,0 µScm^{-1}; temperatura del agua: 28,6-32,0ºC; pH: 5,8-7,3; OD: 1,6-7,7 mg.l^{-1}.
Distribución: Donato-Rondón (2001) registró esta especie en los lagos El Silencio (Risaralda), San Rafael y Santiago (Cauca) y Sala *et al.* (2002a) en la región amazónica. En Norteamérica se ha reportado en aguas ligeramente ácidas a circumneutrales y en ambientes oligotróficos y mesotróficos (Potapova & Carlisle, 2011).

Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowsky
Mereschkowsky 1902, Ann. Mag. Nat. Hist. 2nd Ser. 7/9:187.
Basiónimo: *Navicula pupula* Kützing
Figs. 5 c-e

Datos morfométricos: largo: 18,9-28,8 µm; ancho: 6,4-7,4 µm; 22-24 estrías en 10 µm: areolas: 54 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9941, LPC 9943, LPC 9945, LPC 9949, LPC 9953, LPC 9957, LPC 9967, LPC 9975, LPC 9987, LPC 9997.
Datos ecológicos: conductividad: 105,2-261,0 µScm^{-1}; temperatura del agua: 28,6-32,1ºC; pH: 5,7-7,4; OD: 1,5-7,9 mg.l^{-1}.
Distribución: Esta especie, considerada cosmopolita, ha sido registrada en diferentes zonas del país: Andina (West, 1914; Lozano *et al.* 1999; Sala *et al.* 2008 c), Pacífica (Sala *et al.* 2008c) y los llanos orientales (Vélez & Hooghiemstra, 2005). Este es el primer registro de la especie en la provincia Atlántica. Sala *et al.* (2008c) realizaron la descripción de este taxón para Colombia a partir de material colectado en la ciénaga de Tumaradó

(Chocó) y en diferentes ríos de Santander, los cuales presentaron indicios de contaminación. Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) registran esta especie en el Río Tata, Lago San Rafael (Cauca), Laguna de Chingaza (Cundinamarca), Lago Rebolledo, Lago Cusiyaco (Cauca)

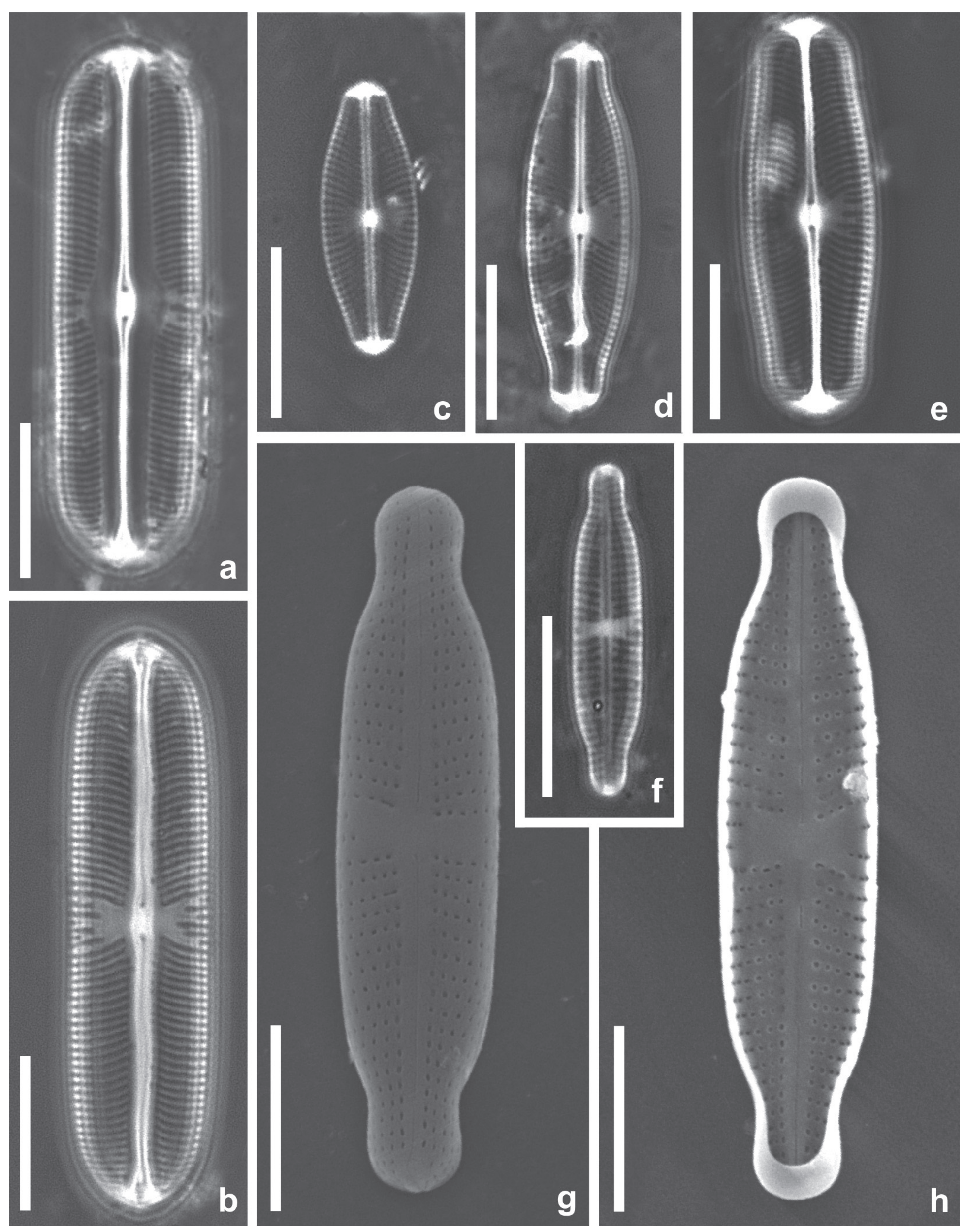


Figura 5. a. *Sellaphora americana*. MO. Frústulo en vista valvar. b. *Sellaphora laevissima*. MO. Frústulo en vista valvar. c-e. *Sellaphora pupula*. MO. Frústulos en vista valvar, ejemplares de diferentes contornos valvares. f-h. *Stauroneis adamsiana*. f. MO. Frústulo en vista valvar. g-h. MEB. g. Frústulo en vista valvar externa. h. Frústulo en vista valvar interna.
Escalas: a-f: 10 μm; g-h: 5 μm.

y Lago El Silencio (Risaralda). Lozano *et al.* (1999) la reportan en la Laguna Puente Largo (Antioquia).
Observaciones: Mann *et al*. (2008) realizaron una revisión del género en base a la morfología y datos moleculares, principalmente en especies presentes en lagos británicos, agrupando las especies descritas en cuatro grandes grupos: *S. americana, S. bacillum, S. pupula* y *S. laevissima.* Siguiendo el criterio de Mann *et al.* (*op. cit.*), consideramos que nuestro material corresponde a *S. pupula sensu stricto*. Sin embargo, el género aún requiere una revisión profunda ya que las especies tal como han sido delimitadas en la literatura presentan una amplia variabilidad y amplitud de distribución que dificulta la identificación. Comparaciones detalladas entre poblaciones de América y Europa permitirán esclarecer algunos de los problemas taxonómicos del grupo.

Stauroneis adamsiana Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez
Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez 2005, Iconogr. Diatomol. vol.15: 216, pl. 104, figs. 14-19

Figs. 5 f-h

Valvas lineares con márgenes rectos a ligeramente convexos y con extremos prolongados a rostrados. Seudoseptos cortos en los extremos. Área central expandida hacia los márgenes de la valva formando una *fascia* angosta, limitada por una o dos estrías fuertemente acortadas o sin estrías. Estrías moderadamente radiadas, subparalelas en los polos; areolas circulares o alargadas apicalmente. Rafe filiforme, con extremos externos proximales rectos y simples y extremos terminales en forma de gancho, dirigidos hacia el mismo lado de la valva; extremos proximales internos en forma de “T”.
Datos morfométricos: largo: 18-20 µm; ancho: 4-5,5 µm; (18?) 20-22 estrías en 10 µm; areolas: 28-30 en 10 µm.
Material estudiado: LPC 9941, LPC 9943, LPC 9966, LPC 9987.
Datos ecológicos: conductividad: 32,2-261,0 μScm^{-1}; temperatura del agua: 28,5-32,1ºC; pH: 6,1-5,8; OD: 4,8-6,9 $mg.l^{-1}$.
Observaciones: En la diagnosis de la especie se describe al MEB sólo la vista externa de la valva según Rumrich *et al.* (2000, pl. 89: fig. 1). Aquí incluimos además fotografías al MEB en vistas interna y externa, ampliando la información existente sobre esta especie.
Distribución: *S. adamsiana* se registra por primera vez para Colombia. Este taxón ha sido hallado previamente en la localidad tipo, Ecuador (Rumrich *et al.* 2000) y Perú (Cocquyt & Van de Vijver, 2007). La especie fue muy abundante en la Ciénaga de Paticos.

DISCUSIÓN

Se amplía la información sobre la morfología valvar de *Stauroneis adamsiana*, ya que se analizó la vista valvar interna que no había sido descrita hasta el momento. Se presenta la segunda cita para Colombia de *Encyonema jemtlandicum*, que había sido reportada previamente en la Ciénaga de Tumaradó (Chocó) y de *Encyonema venezolanum*, reportada anteriormente para la Amazonia, y se amplía además la información sobre su distribución y preferencias ecológicas.

En cuanto a la distribución de los taxones tratados en el área de estudio y las características ambientales en las que se hallaron, hemos observado que *Cyclotella meneghiniana* fue la especie que presentó la distribución más amplia, a pesar de lo cual sólo fue hallada en sitios con pH circumneutral (6,1-7,4). Por el contrario, *Achnanthidium exiguum* sólo fue hallada en tres sitios; sin embargo, se observó una gran amplitud en cuanto a sus preferencias ya que se la colectó en ambientes lénticos como lóticos, sobre diferentes macrófitas y a lo largo de todo el ciclo anual, en aguas con conductividad entre 21 y 130 μScm^{-1} y pH entre 6,6 y 8,0. *A. minutissimum* fue colectada en sitios de si-

milares características pero de aguas circumneuntrales (pH 6,1-7,2). *Cocconeis placentula* fue recolectada en sitios con una conductividad que osciló entre 89 y 177 µScm^{-1} y un pH entre 5,7 y 7,1, lo que indicaría que este taxón se desarrolla bajo condiciones eurioicas. *Diadesmis confervacea* y *D. confervacea* f. *rostrata,* coexistieron en el área de estudio, estando restringidas a las Ciénagas de Paticos y Playa Blanca pero a lo largo de todo el ciclo anual. *Stauroneis adamsiana* se halló en pocas muestras pero estuvo presente tanto en ambientes lénticos (ciénagas) como lóticos (caños), con amplia variación en la conductividad pero con pH ligeramente ácido (5,81-6,15). De las tres especies del género *Sellaphora*, las más ampliamente representadas en el área de estudio fueron *S. americana* y *S. pupula.* Ambas, junto a *Sellaphora laevissima*, se hallaron en aguas con pH variable entre 5,7 y 7,4; sin embargo, *S. americana* se presentó en aguas con menor conductividad. *Eolimna subminuscula* fue colectada sólo en las Ciénagas de Paticos y Ayapel, en aguas con valores muy bajos de conductividad y pH neutro. Las especies del género *Encyonema* en general no coexistieron, sin embargo, siempre se hallaron en aguas con pH neutro a ligeramente ácido.

La información sobre la mayor parte de los taxones estudiados coincide con la registrada para la amazonia colombiana (Sala *et al.* 1999, 2002a, 2002b, 2008a, 2008c, Vouilloud *et al.* 2010), los sistemas de zonas bajas brasileros (Da Graça *et al.* 2007, Torgan 1985, Torgan & Delani 1988, Torgan *et al.* 1999) y las floras de diatomeas neotropicales (Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, 2007), sugiriendo que existe una flora de diatomeas típica de lagos de planos de inundación suramericanos. Esto posiblemente se deba a la similitud de las condiciones ambientales entre estos ecosistemas ubicados a baja altitud, con pH ligeramente ácido a circumneutral y un nivel trófico en el rango oligotrófico a mesotrófico.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Antioquia y al grupo de investigación Gaia por su apoyo económico para la realización de una pasantía en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata-Argentina y a un grupo de evaluadores anónimos que permitieron mejorar el trabajo con sus comentarios.

LITERATURA CITADA

Aguirre, N., J. Palacio, M.T. Flórez, A. Wills, O. Caicedo, L.F. Jiménez, N. Villegas, H. Vargas, C. Palacio, M. Toro & J. Vélez. 2005. Análisis de la relación río-ciénaga y su efecto sobre la producción pesquera en el sistema cenagoso de Ayapel, Colombia. Grupo Gaia. Universidad de Antioquia-Universidad Nacional de Colombia. 419pp.

Alvial, I.E., F.J. Cruces, A.E. Araneda, M. Grosjean & R.E. Urrutia. 2008. Estructura comunitaria de diatomeas presentes en los sedimentos superficiales de ocho lagos andinos de Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 81: 83-94.

Anónimo. 2003. Catálogo de poblaciones de algas dulceacuícolas registradas para Colombia. http://www.unal.edu.co/un/imani/algascloroph.htm. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2009.

Anónimo. 2010. Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt. http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/biodiversidad.htm. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2009.

Barber, H.G. & E.Y. Haworth. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule with a key to the British freshwater genera. Kendal: Freshwater Biological Association. (Scientific Publication, 44). 112pp.

Bicudo, C.E. 1990. Consideraςoes sobre metodologías de contagem de algas do perifiton. Acta Limnologica Brasiliensia 3: 459-475.

Bowker, D.M., W. Teutem & J. C. Fry. 1986. A note on "stomaching" for the quantitative sampling of epiphyton. Fresh Water Biology 16:123-125.

Bowker, D.M. 1983. The spatial distribution of algae on shoots of emergent macrophytes in a reedswamp in the littoral zone of Lake Windemere. Nova Hedwigia 37: 389-401.

Caraus, I. 2002. The algae of Romania. Studii si Cercetari, Universitatea Bacau, Biologie 7: 1-694.

CEN/TC 230. 2002. Water quality-Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard. Standard reference 13946.

Cocquyt, C. & B. Van de Vijver. 2007. La Calera: Diatom composition of a Peruvian hot spring in the Colca canyon. In: W.H. Kusber & R. Jahn. (eds.). *Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting 2007.* p. 31-33. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin.

Coste, M. & L. Ector. 2000. Diatomées invasives exotiques ou rares en France: principales observations effectuées au cours des dernières décennies. Systematics and Geography of Plants 70: 373-400.

Da Graça, S., M.J. Garcia. & P.E. de Oliveira. 2007. Flora diatomácea moderna do lago estância das Águas Claras, Guarulhos (sp), resultados qualitativos. Revista UnG – Geociências 6(1): 63-79.

Da Silva, W.J. & M. Machado de Souza. 2008. Diatomoflórula de Cymbellales perifíticas da Bacia do rio Descoberto, Distrito federal de Goiás/Brasil. 59° Congreso Nacional de Botánica, Brasil. 8/57. http://www.cb.ufrn.br/atlasvirtual/erratas/Errata_Sistematica_e_Ecologia_de_Algas.pdf

Day, S.A., R.P. Wickham, T.J. Entwisle & P.A. Tyler. 1995. Bibliographic check-list of non-marine algae in Australia. Flora of Australia Supplementary Series 4: vii + 276.

Díaz-Quirós, C. & C.A. Rivera-Rondón. 2004. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadoras de condiciones ambientales. Caldasia 26 (2): 381-394.

Donato-Rondón, J. 1991. Los sistemas acuáticos de Colombia: Síntesis y revisión. Cuadernos Divulgativos Nº 4, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. 4:1-8.

Donato, J., L. González & C. Rodríguez. 1996. Ecología de dos sistemas acuáticos de páramo. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras, N° 9. Bogotá, D.C. 168 p.

Donato-Rondón, J. 2001. Fitoplancton de los lagos andinos del norte de Sudamérica (Colombia). Composición y factores de distribución. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras, No. 19. Bogotá D.C. 232 p.

Duque, S.D. & M. Núñez-Avellaneda. 2000. Microalgas Acuáticas de la Amazonía Colombiana. Biota Colombiana 1(2): 208-216.

Hernández-Atilano, E. 2006. Estructura de la agremiación fitoplanctónica en la ciénaga de Ayapel en diferentes periodos del pulso hidrológico. Trabajo de maestría. Universidad de Antioquia, Medellín 107p.

Hernández-Atilano, E., N.J. Aguirre, J. Palacio & J.J. Ramírez. 2008. Variación espacio-temporal de la asociación fitoplanctónica en diferentes momentos del pulso hidrológico en la ciénaga de Ayapel (Córdoba), Colombia. Actualidades Biológicas 30(88): 67-81.

Israde-Alcantara I, V. Segura-García, N. Abarca-Mejia, L. Ector, E. Cantoral-Uriza & M. Mendoza-Cantú. 2006. Diatomeas del Rio Lerma, estimación de la calidad del agua de un río fuertemente contaminado. http://www.ine.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_05/12_isabel_israde.pdf. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2011.

Krammer, K. 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeinesn und

Encyonema Part. Bibliotheca Diatomologica. Band 36. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, Germany. 382 pp.

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae, In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Süsswasserflora von Mittleuropa. Band 1, Teil. Naviculaceae. Gustav Fisher Verlag, Jena. 611 p.

Lozano, C.G., L.N. Parra, R.S. Moro & J.J. Ramírez. 1999. Inferencias paleolimnológicas del Holoceno con base en diatomeas en la laguna Puente Largo, Páramo de Frontino, Antioquia, p. 57-116. In Flórez, M.T. & C.G. Lozano (eds.). *Silicofósiles altoandinos*. Colciencias, Universidad Nacional de Medellín, Comité de Investigaciones Universidad de Antioquia, Medellín.

Mann, D.G., J.T., Sindu & K.M. Evans. 2008. Revision of the diatom genus *Sellaphora*: a first account of the larger species in the British Isles. Fottea 8(1): 15-78.

Metzeltin, D. & H. Lange-Bertalot. 1998. Tropical diatoms of South America I. In: Lange-Bertalot. H. (Ed.). Iconographia Diatomologica 5. Koeltz Scientific Books. Germany. 695p.

Metzeltin, D. & H. Lange-Bertalot. 2007. Tropical diatoms of the South America II. Iconographia Diatomologica 18. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Koenigstein. 877p.

Montoya-Moreno, Y. 2011. Efecto del pulso de inundación en la dinámica algal epifítica en un sistema de lagos de planicie de inundación tropicales (Ciénaga de Ayapel-Colombia). Tesis de doctorado en Ingeniería. Universidad de Antioquia, Medellin, 600p.

Montoya-Moreno, Y., J.J. Ramírez & R. Segecin-Moro. 2008. Diatomeas perifíticas de la zona de ritral del río Medellín, Antioquia (Colombia). Revista Actualidades Biológicas 30(88): 185-197.

Montoya-Moreno, Y. & N. Aguirre. 2009a. Dinámica del perifiton asociado con macrófitas en la Ciénaga de Escobillitas y su relación con el pulso de inundación. Revista Universidad Tecnológica del Chocó 28 (2): 196-202.

Montoya-Moreno, Y. & N. Aguirre. 2009b. Asociación de algas perifíticas en raíces de macrófitas en una ciénaga tropical Colombiana. Hidrobiológica 18 (3): 189-198.

Montoya-Moreno, Y. & N. Aguirre. 2009c. Cambios nictemerales de variables físicas y químicas en la ciénaga de Paticos, complejo cenagoso de Ayapel, Colombia. Revista de Biología Tropical 57(3): 635-646.

Montoya-Moreno, Y., S.E. Sala, A.A. Vouilloud & N. Aguirre. 2011. *Capartogramma crucicula* (Grunow ex Cleve) Ross, un nuevo registro del género para Colombia. Universitas Scientiarum 16: 70-76.

Montoya-Moreno, Y., S.E. Sala, A.A. Vouilloud & N. Aguirre. Lista de las diatomeas continentales de Colombia. Sometido a la revista Biota Colombiana.

Patrick, R. & C.W. Reimer. 1966. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 1: *Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae*. Academy of Natural Sciences, Philadelphia. 688pp.

Potapova, M. & D.M. Carlisle. 2011. Development and Application of Indices to Assess the Condition of Benthic Algal Communities in U.S. Streams and Rivers. National Water-Quality Assessment Program. USGS. 44p.

Ramírez, A.M. & Y. Plata-Díaz. 2008. Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. Acta Biológica Colombiana 13(1): 199-216.

Ramírez G.A. & G.V. Viña. 1998. Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Panamericana, BP-Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C. 293p.

ROSS, R., E.J. COX, D.G. KARAYEVA¸ D.G. MANN, T.B. PADDOCK, R. SIMONSEN & P.A. SIMS. 1979. An emended terminology for the siliceous components of the diatom cell. Nova Hedwigia 64: 513-531.

ROUND, F, R.M. CRAWFORD & D.G. MANN. 1990. The diatoms: Biology y morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 741pp.

RUMRICH, U., H. LANGE-BERTALOT & M. RUMRICH. 2000. Diatomeen der Anden von Venezuela bis Patagonien/Feuerland und zwei weitere Beiträge. Iconographia Diatomologica 9. A.R.G. Gantner Verlag. 673pp.

SALA, S.E., S. DUQUE, M. NÚÑEZ-AVELLANEDA & A. LAMARO. 1999. Nuevos registros de Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Amazonia Colombiana. Caldasia 21 (1): 26-37.

SALA, S.E., S. DUQUE, M. NÚÑEZ-AVELLANEDA & A. LAMARO. 2002a. Diatoms from the Colombian Amazonia I. Cryptogamie Algologie 23 (1): 75-99.

SALA, S.E., A. LAMARO, S. DUQUE & M. NÚÑEZ-AVELLANEDA. 2002b. Diatoms from the Colombian Amazon: some species of the genus *Eunotia* (Bacillariophyceae). Acta Amazonica 32 (4): 589-603.

SALA, S.E. & J.J. RAMIREZ. 2008a. *Cyclotella katiana* nov. sp. (Bacillariophyceae) from La Reina Swamp, Parque Nacional los Katíos, Colombia. Diatom Research 23: 147-157.

SALA, S.E., M. NÚÑEZ-AVELLANEDA & A.A. VOUILLOUD. 2008b. Ultrastructure of the frustule of *Urosolenia* species from the Colombian and Peruvian Amazon: *U. delicatissima* nov. spec., *U. eriensis* var. *amazonica* nov. var. and *U. braunii* (Hustedt) Rott & Kling. Diatom Research 23: 159-169.

SALA S.E., J.J. RAMIREZ & Y. PLATA-DIAZ. 2008c. Diatoms from lentic and lotic systems in Antioquia, Chocó and Santander Departments in Colombia. Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol.) 56 (3): 1159-1178.

SANTOS, E.M., TREMARIN, P.I. & T.A. LUDWIG. 2011. Diatomáceas perifíticas em *Potamogeton polygonus* Cham. & Schltdl.: citações pioneiras para o estado do Paraná. Biota Neotropica 1103 (3): 3-315.

TORGAN, L.C. 1985. Estudo taxonômico de diatomáceas (Bacillariophyceae) da represa de Águas Belas, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Ser. Bot., 33: 17-104.

TORGAN L.C. & O.M. DELANI. 1988. Estudo taxonômico de diatomáceas (Bacillariophyceae) do "Complexo Banhado Grande" Rio Grande do Sul, Brasil: representantes do gênero *Eunotia* Ehrenberg. Iheringia, Ser. Bot. 38: 81-107.

TORGAN L.C., V. BECKER & H.M. PRATES. 1999. Checklist das diatomáceas (Bacillariophyta) de ambientes de águas continentais e costeiros do estado do Rio Grande do Sul. Iheringia, Sér. Bot. 52: 89-144.

TORGAN, L.C. & C. B. DOS SANTOS. 2008. *Diadesmis confervacea* (Diadesmiaceae Bacillariophyta): morfología externa, distribuição e aspectos ecológicos. Iheringia, Sér. Bot., 63 (1): 171-176.

VÉLEZ, M.I. & H. HOOGHIEMSTRA. 2005. Fossil and modern diatom assemblages from the savanna lake El Piñal, Colombia: an environmental reconstruction. Diatom Research 20(2): 387-407.

VOUILLOUD, A.A., S.E. SALA, M. NÚÑEZ-AVELLANEDA & S.R. DUQUE. 2010. Diatoms from the Colombian and Peruvian Amazon: the Genera *Encyonema*, *Encyonopsis* and *Gomphonema*. Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol.) 58 (1): 45-62.

West, B.S. 1914. A contribution to our knowledge of freshwater algae of Colombia. In: O. Furhmann & E. Mayor (eds.). Vogage d' exploration scientifique in Colombie: Mem. Soc. neuch. Sc. nat. 5: 1013-1051.

Zapata, A.M. & J.C.H. Donato. 2005. Cambios diarios de las algas perifíticas y su relación con la velocidad de corriente en un río tropical de montaña (río Tota- Colombia). Limnetica 24(1-2): 327-338.

Recibido: 02/02/2012
Aceptado: 30/09/2012